

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 89400320.1

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: **H 02 K 21/08**  
**H 02 K 1/28**

(22) Date de dépôt: 03.02.89

(30) Priorité: 05.02.88 FR 8801334

(43) Date de publication de la demande:  
 09.08.89 Bulletin 89/32

(64) Etats contractants désignés:  
 CH DE ES FR GB IT LI SE

(71) Demandeur: Banon, Louis  
 6 Square Gabriel Fauré  
 F-75017 Paris (FR)

(72) Inventeur: Banon, Louis  
 6 Square Gabriel Fauré  
 F-75017 Paris (FR)

(74) Mandataire: Kohn, Philippe et al  
 c/o CABINET LAVOIX 2, place d'Estienne d'Orves  
 F-75441 Paris Cédex 08 (FR)

(64) Rotor de machine électrique tournante à aimants permanents de type à concentration de flux.

(67) L'invention concerne un rotor de machine électrique tournante à aimants permanents de type à concentration de flux constitué par un arbre d'entraînement (1) présentant une périphérie en matériau amagnétique et entouré par des assemblages de pièces polaires ferro-magnétiques (4) entre lesquels sont logés des aimants permanents, caractérisé par le fait que l'arbre d'entraînement (1) présente à sa périphérie des rainures de maintien semifermees (3), et que les pièces polaires ferro-magnétiques (4) présentent d'une part des tenons d'accouplement (5) de forme correspondant aux rainures (3) dans lesquelles ils sont engagés, et d'autre part des portées d'appui (6) s'étendant de part et d'autre desdits tenons (5) et au contact de portées intercalaires (7) correspondantes de la périphérie de l'arbre d'entraînement (1).

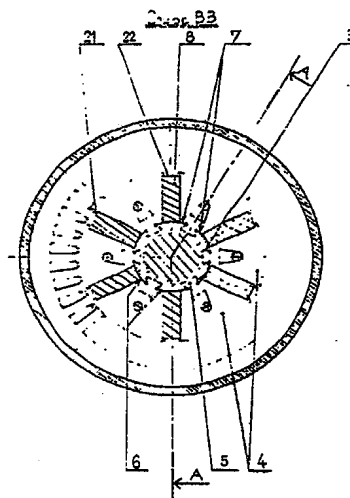


FIG. 4

## Description

# ROTOR DE MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE A AIMANTS PERMANENTS DE TYPE A CONCENTRATION DE FLUX

L'invention se rapporte à un rotor de machine électrique tournante à aimants permanents de type à concentration de flux, constitué par un arbre d'entraînement présentant une périphérie en matériau magnétique et entouré par des assemblages de pièces polaires ferromagnétiques entre lesquels sont logés des aimants permanents.

Il existe deux types majeurs de moteurs électriques synchrones à aimants permanents et entrefer cylindrique selon la structure de leur rotor :

1) à aimants périphériques,

2) à concentration de flux avec pièces polaires.

Dans le premier cas, l'induction magnétique à l'entrefer est égale à l'induction au droit des aimants. Dans le second cas, l'induction magnétique à l'entrefer est supérieure à l'induction au droit de l'aimant enchassé dans le rotor. De ce fait pour un diamètre d'alésage donné, le flux émanant du rotor est supérieur dans la structure à concentration de flux. On en déduit que, à dimensions externes identiques, un moteur fondé sur la seconde structure aura un couple nominal (ou en régime thermique établi) supérieur au premier. C'est dire l'intérêt que présente cette structure dans les applications d'automatisation de production ou de Services où les utilisateurs requièrent les volumes les plus petits pour la bonne intégration mécanique des moteurs et où souvent également les moteurs sont portés par d'autres axes automatisés.

Cependant, à ce jour, l'offre commerciale de ce type de-moteurs se fait généralement dans le premier type de structure. Cela s'explique par des inconvénients tant techniques qu'économiques de la seconde structure, qui vont être développés :

- la nécessité d'un isolement magnétique au centre du rotor afin d'éviter le court-circuit magnétique de l'aimant sur lui-même ; on utilise ainsi généralement un arbre en acier inoxydable totalement amagnétique, donc cher ;

- l'entraînement mécanique du rotor : dans la première structure, des tôles ou des pièces massives circulaires supportant les aimants peuvent être clavetées sur l'arbre d'entraînement qu'elles entourent ;

dans la structure à concentration de flux, on ne peut enchasser les aimants dans des pièces polaires circulaires entourant l'arbre sous peine de créer un court-circuit magnétique (cité plus haut) faisant chuter les performances de couple de façon importante, d'où la nécessité d'avoir recours à des joues d'extrémités du rotor solidaires de l'arbre d'entraînement et des pièces polaires, par l'intermédiaire de goujons, ce qui constitue un dispositif mécanique complexe d'assemblage long et difficile. De plus, le guidage axial précis des pièces polaires et des aimants, nécessaire à de bonnes performances en asservissement, ne peut être assuré que par des moyens de montage externes ;

- la mauvaise fiabilité à haute vitesse : les pièces

polaires n'étant pas solidaires de l'arbre peuvent se centrifuger à haute vitesse, touchant ainsi le stator.

L'objet de la présente invention est d'éviter les inconvénients précédemment cités grâce à un rotor du type à concentration de flux dont les pièces polaires sont solidarisées directement à l'arbre par des liaisons mécaniques. On obtient notamment :

- un guidage axial, par conception, des pièces polaires, donc des aimants ;
- un assemblage et un maintien aisés des aimants ;
- un entraînement mécanique simple du rotor ;
- un isolement magnétique efficace évitant les courts-circuits d'aimants.

Le rotor selon l'invention est caractérisé par le fait que l'arbre d'entraînement présente à sa périphérie des rainures de maintien semi-fermées, et que les pièces polaires ferro-magnétiques présentent d'une part des tenons d'accouplement de forme correspondant aux rainures dans lesquelles ils sont engagés, et d'autre part des portées d'appui s'étendant de part et d'autre desdits tenons, et au contact de portées intercalaires correspondantes de la périphérie de l'arbre d'entraînement.

Selon une autre caractéristique du rotor selon l'invention, des rainures sont ménagées dans une douille en matériau amagnétique traversée par l'arbre d'entraînement dont elle est solidaire.

Selon une autre caractéristique du rotor selon l'invention, les portées intercalaires et les portées d'appui sont des fractions de surface cylindriques.

Nous allons maintenant décrire deux modes de réalisation préférentiels selon l'invention.

La figure 1 représente une coupe longitudinale et la figure 2 une coupe transversale, selon BB d'un moteur équipé du rotor selon l'invention, dans lequel l'entraînement mécanique du rotor est effectué par un procédé de clavetage de l'arbre.

La figure 3 représente une coupe longitudinale et la figure 4 une coupe transversale selon BB d'un moteur équipé du rotor selon l'invention dans lequel l'entraînement mécanique du rotor est effectué par un procédé de molletage de l'arbre.

Dans les rotors selon l'invention illustrés par les figures 1 et 2 d'une part, et les figures 3 et 4 d'autre part, différences proviennent seulement du dispositif d'accouplement de l'arbre d'entraînement (1) et de la douille en matériau amagnétique (2) qui seront décrits ultérieurement.

Le dispositif selon l'invention comporte un arbre d'entraînement (1), notamment en acier ferro-magnétique pour un prix de revient bas, solidaire par sa surface périphérique d'une douille en matériau amagnétique (2) comportant sur sa surface périphérique des rainures de maintien semi-fermées (3) s'étendant parallèlement à l'axe de révolution (26) et dont le nombre est égal au nombre de pôles magnétiques de la machine électrodynamique synchrone. Les rainures semi-fermées (3) sont réparties de façon équidistante à la périphérie de la douille en matériau amagnétique (2). Les rainures semi-fer-

mées (3) s'ouvrant à la périphérie de la douille en matériau magnétique (2) et sont séparées par des portées intercalaires (7) de nombre égal au nombre de pôles magnétiques de la machine électrodynamique synchrone, formant des fractions de surface cylindrique dont l'axe est l'axe (26).

La douille en matériau amagnétique (2) est solidaire des pièces polaires ferromagnétiques (4) dont le nombre est égal au nombre de pôles de la machine synchrone, la solidarité étant assurée par des tenons d'accouplement (5) situés à l'extrémité intérieure de chaque pièce polaire ferromagnétique (4), la forme des tenons d'accouplement (5) correspondant à la forme des rainures semi-fermées (3) dans lesquelles ils sont logés sans jeu. La forme des rainures semi-fermées (3) et des tenons d'accouplement (5) peut être notamment représentative d'une queue d'aronde. Afin d'éviter tout basculement de la pièce polaire ferromagnétique (4), les pièces polaires ferromagnétiques (4) comportent, s'étendant de part et d'autre à la base des tenons d'accouplement (5), des portées d'appui (6) dont l'axe de révolution est l'axe (26) coopérant avec les portées intercalaires (7) de la douille en matériau amagnétique (2) situées en vis-à-vis.

La douille en matériau amagnétique (2) peut être notamment obtenue pour un prix de revient bas par opérations de tournage et de brochage pour la réalisation des rainures semi-fermées (3); les rainures semi-fermées (3) parvenant à au moins une des deux extrémités (19) ou (20) de la douille en matériau amagnétique (2) afin que les tenons d'accouplement (5) des pièces polaires ferromagnétiques (4) puissent être introduits par cette extrémité.

Les pièces polaires ferromagnétiques (4) sont notamment constituées selon l'axe (26) par un empilement de tôles (13) introduites par l'une des deux extrémités (19) ou (20) de la douille en matériau amagnétique (2).

L'arbre d'entraînement (1) peut être notamment muni d'un épaulement (18) sur lequel s'appuie le capot d'extrémité (17) permettant ainsi l'indexation selon l'axe (26) du rotor par rapport au stator.

De nombreux dispositifs de serrage selon l'axe (26) de l'ensemble rotorique peuvent être pratiqués, notamment par goujons traversants (24) et écrous de serrage axial (25) faisant pression sur deux capots d'extrémités (17) et (23).

Un collage selon l'axe (26) des pièces polaires ferromagnétiques peut suffire dans certains cas. Les aimants parallélépipédiques (8) sont logés dans les encoches (22) réalisées par deux pièces polaires ferromagnétiques (4) consécutives munies notamment à leur périphérie d'ergots de maintien (21), les aimants parallélépipédiques (8) étant collés aux pièces polaires ferromagnétiques (4). Les aimants (8) reposent par une génératrice sur les portées cylindriques (7) situées entre les rainures (3).

Les figures (1) et (2) présentent un dispositif préférentiel selon l'invention de solidarisation de l'arbre d'entraînement (1) et de la douille en matériau amagnétique (2).

L'arbre d'entraînement (1) est muni d'un rainure (15) effectuée selon l'axe (26) recevant une clavette

(16) dont la partie supérieure est logée dans la rainure (14) pratiquée dans la surface intérieure de la douille en matériau amagnétique (2).

Les figures (3) et (4) présentent un autre dispositif préférentiel selon l'invention pour solidariser l'arbre d'entraînement (1) et la douille en matériau amagnétique (2). L'arbre d'entraînement (1) est muni de deux zones périphériques de molletage (9) et (10) pratiqués sur des côtes radiales différentes de l'arbre d'entraînement du fait de la présence de l'épaulement radial (11). La douille en matériau amagnétique (2) est pourvue sur sa surface intérieure d'un épaulement radial (12) de même épaisseur radiale que l'épaulement radial (11) aux tolérances de fabrication près, l'épaulement radial (12) séparant deux surfaces cylindriques coopérant avec l'arbre d'entraînement (1) et solitaires des zones de molletage (9) et (10).

Le dispositif de molletage décrit par les figures (3) et (4) permet l'introduction de la douille amagnétique (2) par l'extrémité de plus faible diamètre de l'arbre d'entraînement (1), la solidarisation de l'arbre d'entraînement (1) et de la douille en matériau amagnétique (2) étant obtenue par emmanchement à force.

#### Revendications

1. Rotor de machine électrique tournante à aimants permanents de type à concentration de flux constitué par un arbre d'entraînement (1) entouré par des assemblages de pièces polaires ferro-magnétiques (4) présentant d'une part des tenons d'accouplement (5) engagés dans les rainures (3) de la périphérie de l'arbre (1), des aimants permanents (8) étant logés entre les dits assemblages de pièces polaires (4) caractérisé par le fait que les rainures (3) sont ménagées dans une douille en matériau amagnétique (2) traversée par l'arbre d'entraînement (1) dont elle est solidaire et que les pièces polaires (4) présentent des portées d'appui cylindriques (6) au contact de portées intercalaires (7) cylindriques de la douille (2).

2. Rotor selon la revendication 1 caractérisé par le fait que les aimants (8) sont parallélépipédiques.

3. Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé par le fait que les rainures semi-fermées (3) et les tenons d'accouplement (5) sont en forme de queue d'aronde.

4. Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé par le fait que l'accouplement mécanique de l'arbre d'entraînement (1) et de la douille amagnétique (2) est réalisé par un molletage effectué sur l'arbre d'entraînement (1) coopérant avec la surface intérieure de la douille en matériau amagnétique (2) emmanchée à force sur l'arbre d'entraînement (1).

5. Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'arbre d'entraînement (1) comporte sur sa

surface périphérique coopérant avec la douille en matériau amagnétique (2), deux zones de molletage (9) et (10) effectuées sur des côtes radiales rendues différentes par la présence de l'épaulement radial (11) séparant les zones de molletage (9) et (10), la douille (2) comportant sur sa surface intérieure coopérant avec l'arbre d'entraînement (1) un épaulement radial (12) séparant la surface intérieure de la douille (2) en deux parties solidaires des zones de molletage (9) et (10).

6. Rotor selon les revendications 1 à 3 caractérisé en ce que l'accouplement mécanique de l'arbre d'entraînement (1) et de la douille

en matériau amagnétique (2) est effectué au moyen d'une clavette (16) coopérant avec la rainure (14) pratiquée sur la surface intérieure de la douille en matériau amagnétique (2) et la rainure (15) située sur la surface extérieure de l'arbre d'entraînement (1).

7. Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé par le fait qu'un capot d'extrémité (17) du rotor coopère avec un épaulement (18) de l'arbre d'entraînement (1) constituant une butée d'indexation du rotor par rapport au stator de la machine électrique tournante, selon l'axe (26).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

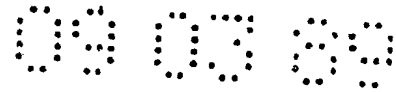
50

55

60

65

4



Coupe AA

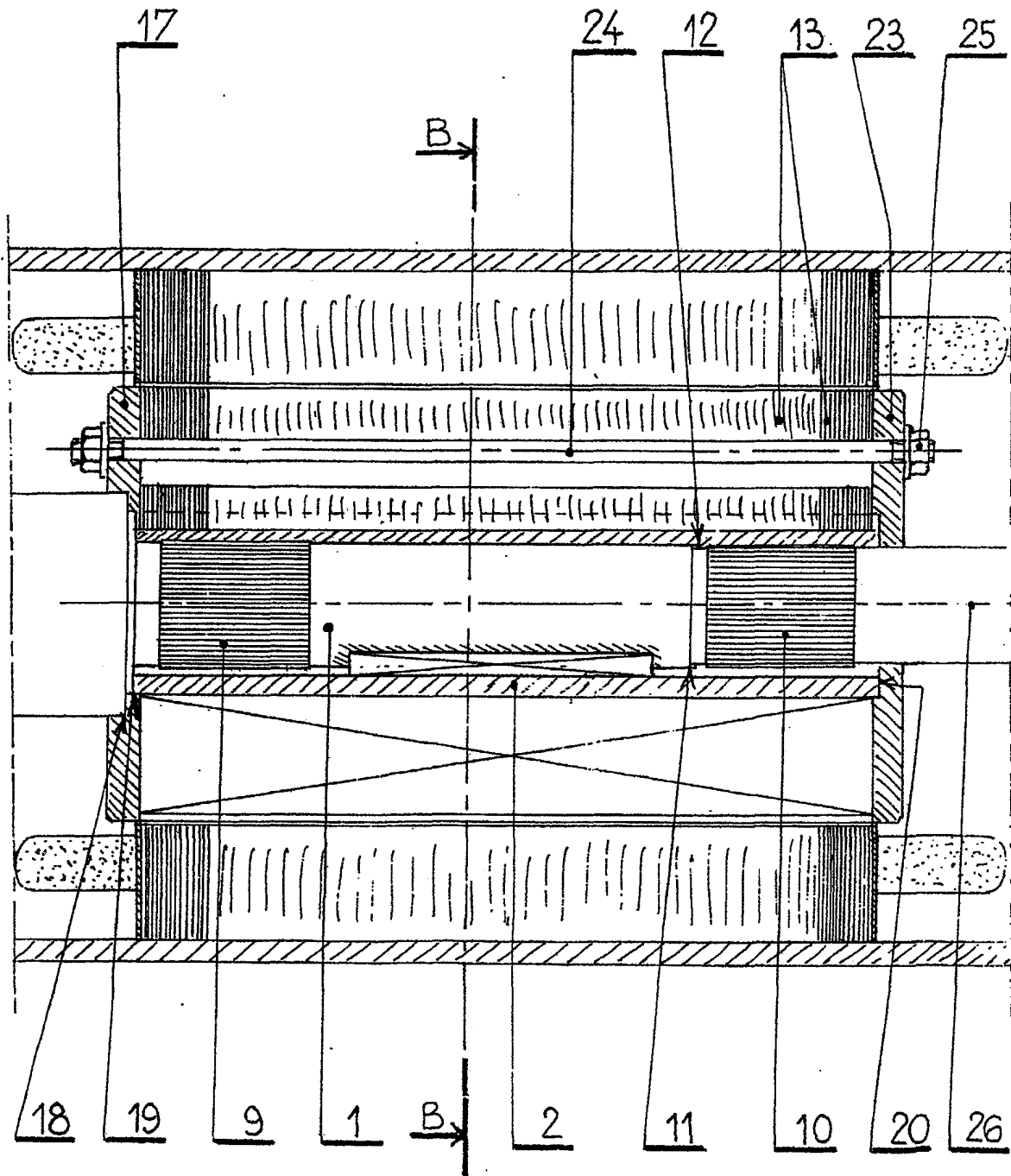


FIG.1

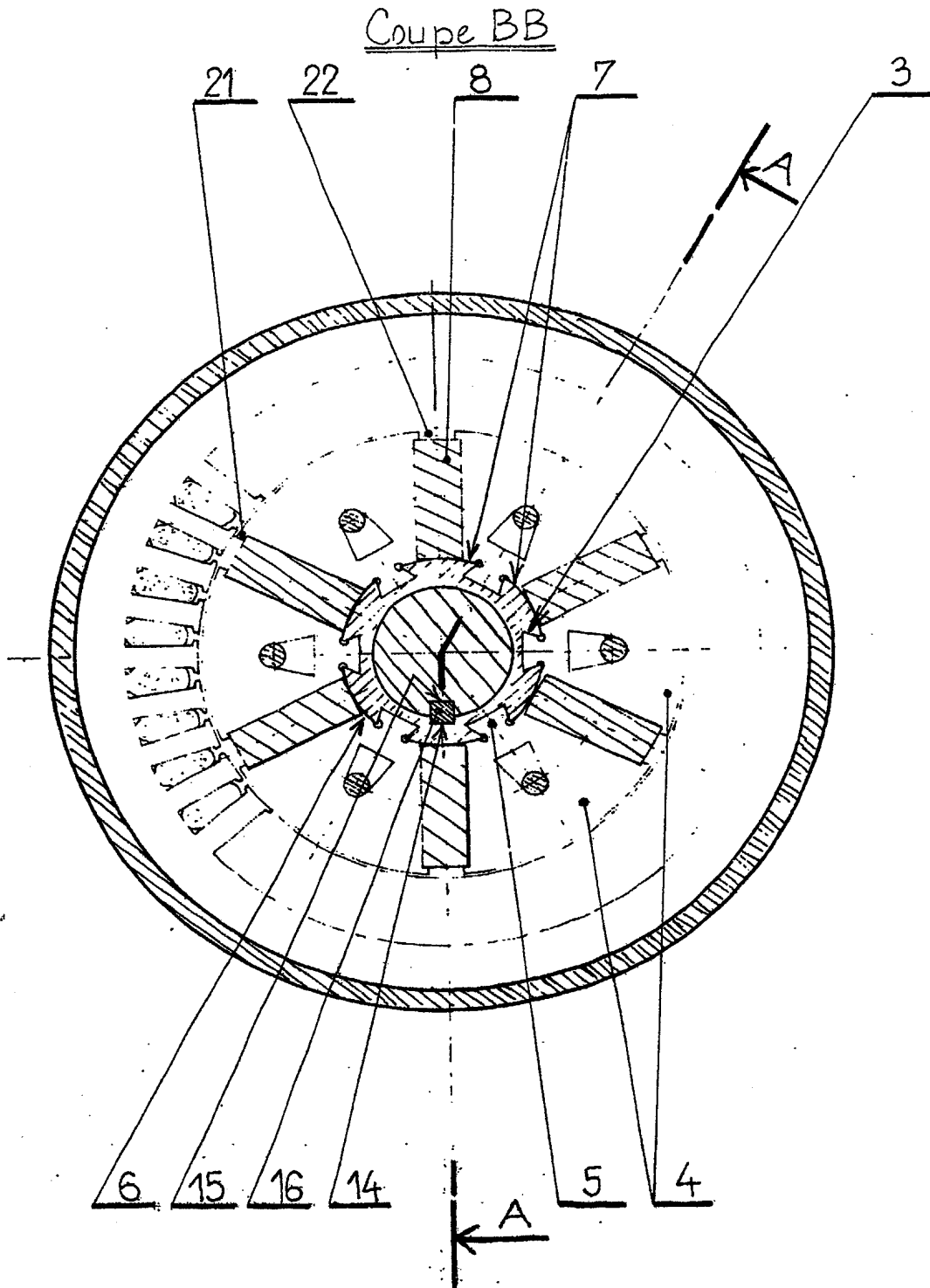


FIG.2

Coupe AA

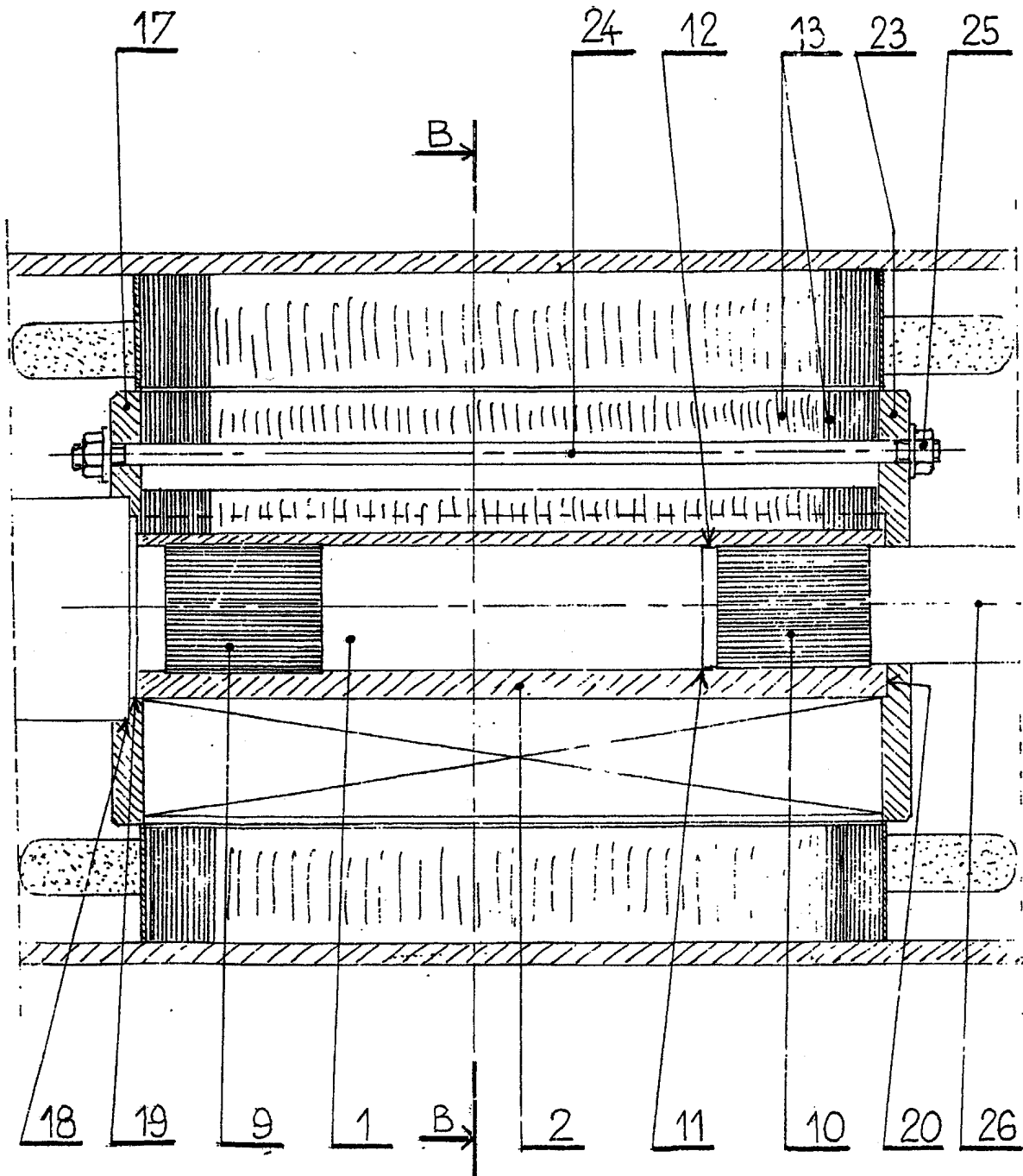


FIG.3

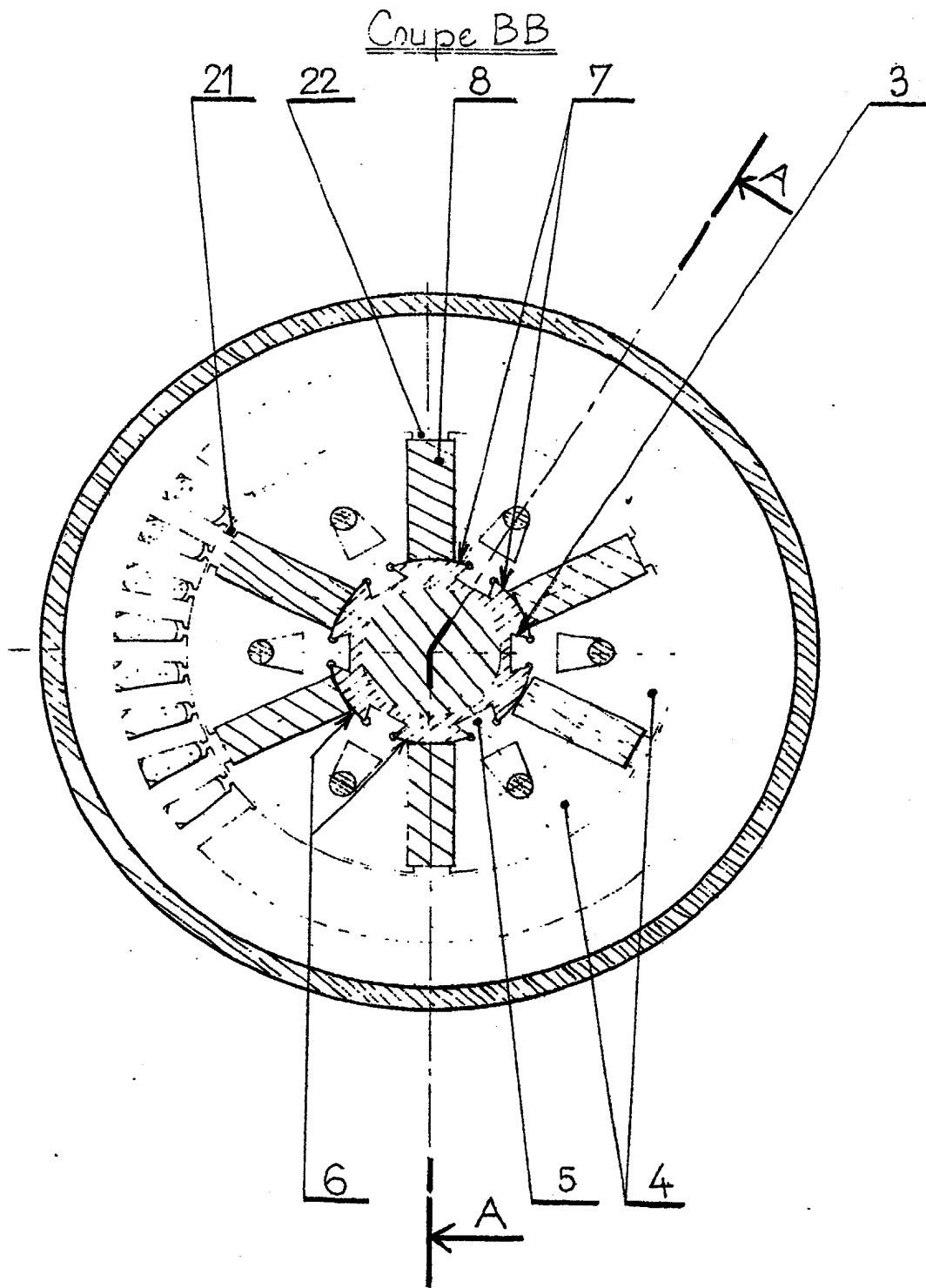


FIG.4





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 89 40 0320

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS  |   |   |                                      |
|--|---|---|--------------------------------------|
| Catégorie  | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes   | Revendication concernée                         | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4) |
| Y  | US-A-4 336 649 (GLASER)<br>* Colonne 3, ligne 48 - colonne 4, ligne 54; figures 3-5 *   | 1,3   | H 02 K 21/08<br>H 02 K 1/28          |
| Y  | FR-A-1 184 491 (PHILIPS)<br>* Page 2, colonne de droite, ligne 28 - page 3, colonne de gauche, ligne 6; figures 1-3 *   | 1,3   |                                      |
| A  | FR-E- 17 767 (COMPAGINIE UNIVERSELLE)<br>* Page 1, ligne 20 - page 2, ligne 3; figures 1-6 *  | 1,3   |                                      |
| Y  | GB-A-2 075 274 (POPOV et al.)<br>* Page 1, lignes 31-48; figures 1,2 *  | 1,2   |                                      |
| Y  | SIEMENS REVIEW, XLIII, 1976, no. 6, pages 248-254, Erlangen, DE; W. VOLKRODT: "Machines of medium-high rating with a ferrite-magnet field"<br>* Page 251, colonne de gauche, lignes 16-21; figure 7 * | 1,2   |                                      |
| A  | US-A-3 242 364 (JOHNSON)<br>* Colonne 2, ligne 61 - colonne 3, ligne 61; figures 1-4 *  | 4,7   |                                      |
| A  | FR-A- 994 928 (BERNARD)<br>* Page 2, colonne de gauche, lignes 8-21; figures 5,6 *  | 4,5,7   |                                      |
| A  | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 6, no. 123 (E-117)[1001], 8 juillet 1982, page 150 E 117; & JP-A-57 52 335 (HITACHI SEISAKUSHO K.K.) 27-03-1982<br>* Résumé; figure *                                 | 5   |                                      |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications   |   |   |                                      |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE  |   | Date d'achèvement de la recherche<br>21-04-1989 | Examineur<br>TIO K.H.                |
| <b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b><br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire<br>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |   |   |                                      |



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Page 2

Numero de la demande

EP 89 40 0320

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Catégorie   | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes             | Revendication concernée  | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)       |
| A   | FR-A-2 266 969 (C.E.M.)<br>* Page 3, ligne 21 - page 4, ligne 20;<br>figures 1,2 *<br>----- | 6  |  |
|   |   |  | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) |
|   |   |  |  |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications  |   |  |  |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE   |   | Date d'achèvement de la recherche<br>21-04-1989  | Examineur<br>TIO K.H.                      |
| <b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>  |   |  |  |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |   | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |  |

EPD FORM 150 012 (P402)